ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «29» мая 2026 г. № 49

Б1.В.ДВ.08.01 Аддитивные технологии в машиностроении

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Специализация/профиль – Технология машиностроения
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 2
Часов по учебному плану (УП) – 72
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 20
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 8 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	8	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	36/20	**36/20**
– лекции	12	**12**
– практические (семинарские)		
– лабораторные	24/20	**24/20**
Самостоятельная работа	36	**36**
Итого	72/20	**72/20**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
0x00F585A1671E22C14CEA47AE86A14054D5 с 27 февраля 2026 г. по 23 мая 2027 г.Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17.08.2020 № 1044.

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, доцент, А.А. Александров

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов», протокол от «20» мая 2026 г. № 8

Зав. кафедрой, д. т. н., профессор А.В. Лившиц

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование знаний умений и навыков в области автоматизации и механизации технологических процессов машиностроительного производства, необходимых для проектирования и изготовления изделий машиностроения с использованием аддитивных технологий
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение существующих аддитивных технологий и оборудования
2	формирование навыков проектирования изделий машиностроения, получаемых с использованием аддитивных технологий
3	формирование навыков изготовления изделий машиностроения, получаемых с использованием аддитивных технологий

1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины

Научно-образовательное воспитание обучающихся

Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:
– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;
– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;
– популяризация научных знаний среди обучающихся;
– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;
– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;
– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности

Профессионально-трудовое воспитание обучающихся

Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;
– формирование психологии профессионала;
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.30 Теория автоматического управления
2	Б1.О.43 Основы алгоритмизации в решении производственных задач
3	Б1.В.ДВ.09.01 Программирование станков с числовым программным управлением
4	Б2.О.02(П) Производственная - эксплуатационная практика
5	Б2.О.03(П) Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика
6	ФТД.02 Основы робототехники
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная
2	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения	Планируемые результаты обучения

компетенции	компетенции	
ПК-2 Способен осуществлять автоматизацию и механизацию технологических процессов механосборочного производства	ПК-2.1 Проводит анализ технологических процессов механосборочного производства с целью выявления операций, подлежащих автоматизации и механизации	Знать: преимущества и недостатки аддитивных технологий и условия их реализации
		Уметь: осуществлять анализ технологических процессов машиностроительного производства на предмет внедрения аддитивных технологий
		Владеть: навыками формирования предложений по внедрению аддитивных технологий в машиностроительное производство
	ПК-2.2 Внедряет средства автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	Знать: существующее оборудование и материалы, применяемые для производства изделий машиностроения аддитивными технологиями
		Уметь: осуществлять подбор необходимого оборудования, реализующего аддитивные технологии
		Владеть: навыками изготовления изделий машиностроения, получаемых с использованием аддитивных технологий

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Введение в аддитивные технологии.**						
1.1	Лекция 1. Основные положения в области аддитивных технологий	8	4			4	ПК-2.1
1.2	Лабораторная работа 1. Исследование передового опыта применения аддитивных технологий в машиностроении	8			4/4	4	ПК-2.1
2.0	**Раздел 2. Применение аддитивных технологий для решения задач машиностроительного производства.**						
2.1	Лекция 2. Технологии и оборудование аддитивного производства	8	4			4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.2	Лабораторная работа 2. Создание трехмерной модели при помощи 3D сканера и его анализ	8			4/4	4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.3	Лабораторная работа 3. Подготовка 3D модели к печати	8			4	4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.4	Лабораторная работа 4. Исследование шероховатости поверхности изделий, напечатанных на 3D принтере	8			4/4	4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.5	Лекция 3. Технологии гибридного аддитивного формообразования	8	4			4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.6	Лабораторная работа 5. Исследование линейной усадки изделий, напечатанных на 3D принтере	8			4/4	4	ПК-2.1 ПК-2.2
2.7	Лабораторная работа 6. Разработка предложений по внедрению аддитивных технологий в машиностроительное производство с целью автоматизации технологических процессов	8			4/4	4	ПК-2.1 ПК-2.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	8					ПК-2.1 ПК-2.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		12		24/20	36	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз.

		в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/144008 (дата обращения: 06.05.2026). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — Ч. 2. — 164 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/182471 (дата обращения: 06.05.2026). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018. — 140 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/151709 (дата обращения: 06.05.2026). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Трофимов, А. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии : учебное пособие для студентов направлений подготовки 15.03.02 и 15.04.02 «технологические машины и оборудование» / А. В. Трофимов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 72 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/120060 (дата обращения: 06.05.2026). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.2	Горунов, А. И. Основы аддитивного производства : учебно-методическое пособие / А. И. Горунов, А. Р. Гайсина, А. Х. Гильмутдинов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 16 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/144009 (дата обращения: 06.05.2026). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Александров, А.А. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.08.01 Аддитивные технологии в машиностроении по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль Технология машиностроения/ А.А. Александров; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 11 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_69695_1482_2026_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.	
6.3.1.10	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	NASTRAN (Patran CAE Solid Modeling Class pack, MD Nastran Exterior Acoustics Team pack, Fatigue Complete Package Team pack) сетеваяверсия, УЧ. ПРОЦ. Сертификат RE008453ISR КОМПАС-3D V16, Лицензионное соглашение КАД-16-1302, количество – 50, поставщик ООО «ЮнитАльфа Софт»	
6.3.2.2	Polygon X программное обеспечение, для подготовки цифровых 3D-моделей для печати	
6.3.2.3	RangeVision ScanCenter NG для проведения 3D-сканирования и последующей обработки	

	полученных данных
6.3.2.4	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D v11, образовательная лицензия
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрены
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрены

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Б-301 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: Специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, компьютер. Компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Лаборатория Д-408 «Моделирование технических систем управления» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: Специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных

	отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Аддитивные технологии в машиностроении» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Аддитивные технологии в машиностроении» участвует в формировании компетенций:

ПК-2. Способен осуществлять автоматизацию и механизацию технологических процессов механосборочного производства

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
8 семестр				
1.0	**Раздел 1. Введение в аддитивные технологии**			
1.1	Текущий контроль	Лекция 1. Основные положения в области аддитивных технологий	ПК-2.1	Терминологический диктант (письменно)
1.2	Текущий контроль	Лабораторная работа 1. Исследование передового опыта применения аддитивных технологий в машиностроении	ПК-2.1	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно)
2.0	**Раздел 2. Применение аддитивных технологий для решения задач машиностроительного производства**			
2.1	Текущий контроль	Лекция 2. Технологии и оборудование аддитивного производства	ПК-2.1 ПК-2.2	Терминологический диктант (письменно)
2.2	Текущий контроль	Лабораторная работа 2. Создание трехмерной модели при помощи 3D сканера и его анализ	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно)
2.3	Текущий контроль	Лабораторная работа 3. Подготовка 3D модели к печати	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно)
2.4	Текущий контроль	Лабораторная работа 4. Исследование шероховатости поверхности изделий, напечатанных на 3D принтере	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно)
2.5	Текущий контроль	Лекция 3. Технологии гибридного аддитивного формообразования	ПК-2.1 ПК-2.2	Терминологический диктант (письменно)
2.6	Текущий контроль	Лабораторная работа 5. Исследование линейной усадки изделий, напечатанных на 3D принтере	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно)
2.7	Текущий контроль	Лабораторная работа 6. Разработка предложений по внедрению аддитивных технологий в машиностроительное производство с целью автоматизации технологических процессов	ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа (письменно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Введение в аддитивные технологии. Раздел 2. Применение аддитивных технологий для решения задач машиностроительного производства	ПК-2.1 ПК-2.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Терминологический диктант	Средство проверки степени овладения категориальным аппаратом темы, раздела, дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Перечень понятий и определений по разделам/темам дисциплины
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Терминологический диктант

Пять терминов, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Шкала оценивания
5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.

		Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения терминологического диктанта

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов проведения терминологических диктантов по соответствующим темам.

Образец типового варианта терминологического диктанта
«Лекция 1. Основные положения в области аддитивных технологий»

Предел длительности контроля – 6 минут.

Предлагаемое количество заданий – 3 заданий.

Вариант №1.

1. Что входит в состав понятия 3D-технологии? Какие направления деятельности объединяются термином 3D-индустрия?
2. Цифровые двойники и реальная виртуальность.
3. Аддитивные технологии и базовые типы 3D-печати.

Вариант №2.

1. Технологии 3D-печати на основе экструдирования: FDM.
2. Типы и характеристики современных FDM-принтеров.
3. Технологии 3D-печати на основе фотополимиризации: SLA, DLP, MJM, PolyJet.

Образец типового варианта терминологического диктанта
«Лекция 2. Технологии и оборудование аддитивного производства»

Вариант №1.

1. Типы дефектов в структуре синтезируемого материала при СЛС.

2. Технологии активного и пассивного 3D-сканирования физических объектов.
3. Контактные и бесконтактные методы 3D-сканирования физических объектов.

Вариант №2.

1. Классификация и характеристики современных 3D-сканеров.
2. Основные понятия трехмерной графики и 3D-моделирования.
3. Создание моделей при помощи примитивов и редактируемых поверхностей.

Образец типового варианта терминологического диктанта
«Лекция 3. Технологии гибридного аддитивного формообразования»

Вариант №1.

1. Построение объектов на основе сплайнов, выдавливание, вращение сплайнов.
2. Типы трёхмерных моделей.
3. Построение составных объектов.

Вариант №2.

1. Группировка объектов.
2. Что такое термопластики?
3. Дайте определение технологии DOD jet.

3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Лабораторная работа 1. Исследование передового опыта применения аддитивных технологий в машиностроении»

1. Что такое аддитивные технологии?
2. Назовите методы аддитивного производства.
3. Назовите преимущества применения аддитивных технологий в машиностроении.
4. Приведите примеры применения аддитивных технологий в машиностроении.
5. Назовите условия применимости аддитивных технологий.
6. Опишите ограничения аддитивных технологий.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Лабораторная работа 2. Создание трехмерной модели при помощи 3D сканера и его анализ»

1. Опишите алгоритм создания трехмерной модели при помощи 3D сканера.
2. Как работает 3D сканер?
3. Есть ли ограничения по размерам сканируемого объекта?
4. Какие есть технологии для бесконтактного сканирования?
5. Как происходит процесс контактного сканирования?
6. Создайте трехмерную модель детали при помощи 3D сканера:

7.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты
«Лабораторная работа 3. Подготовка 3D модели к печати»

1. Что такое слайсер?
2. Что такое G-код?
3. Как будет происходить печать, если параметры указаны для PLA, а загружен ABS пластик и наоборот?
4. Насколько точно можно напечатать модель, используя сопло 0.4 мм?
5. Как правильно загружать пластик на PrintBox?
6. Какие основные параметры для печати вы знаете?
7. Позволяет ли слайсер печатать двумя цветами?
8. Напечатайте на 3D принтере модель:

3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-2.1	Лекция 1. Основные положения в области аддитивных технологий	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
ПК-2.1	Лабораторная работа 1. Исследование передового опыта применения аддитивных технологий в машиностроении	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

ПК-2.1 ПК-2.2	Лекция 2. Технологии и оборудование аддитивного производства	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа 2. Создание трехмерной модели при помощи 3D сканера и его анализ	Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа 3. Подготовка 3D модели к печати	Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык	1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа 4. Исследование шероховатости поверхности изделий, напечатанных на 3D принтере	Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Лекция 3. Технологии гибридного аддитивного формообразования	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа 5. Исследование линейной усадки изделий, напечатанных на 3D принтере	Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-2.1 ПК-2.2	Лабораторная работа 6. Разработка предложений по внедрению аддитивных технологий в машиностроительное производство с целью автоматизации технологических процессов	Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	30 – ОТЗ 30 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Какая аббревиатура не имеет отношения к аддитивным технологиям:
А) AM
Б) SFF
В) SMM
Г) DTM

2. Укажите лишний признак классификации методов аддитивного формообразования:
А) По ограничениям к сложности изготавливаемых изделий
Б) По принципу добавления материала
В) По принципу построения изделия
Г) По виду кинетического воздействия

3. Какой этап не включает структура послойного синтеза:
А) Подготовки модели
Б) Подготовки процесса
В) Формирования изделия
Г) Постобработки
Д) Утилизации

4. Какой метод аддитивных технологий основан на облучении УФ-излучением (видимым диапазоном)?

А) фотополимеризации
Б) слияния порошковых оснований
В) листового ламинирования
Г) послойной экструзии

5. Какие задачи не должны быть решены при подаче строительного материала при реализации метода послойной наплавки?
А) нанесение слоев материала минимальной толщины
Б) нанесение слоев материала с удовлетворительной структурой
В) минимальное образование отходов строительного материала
Г) защита строительного материала в холодном состоянии от полезных воздействий окружающей среды

6. С какой целью осуществляют сочетание дополнительной раскатки наплавленных слоев?
А) повышение плотности
Б) повышение производительности
В) повышение экономической эффективности
Г) повышение коррозионной стойкости

7. Укажите составные части АСТПП:
А) организационное обеспечение
Б) лингвистическое обеспечение
В) математическое обеспечение
Г) физическое обеспечение

8. На каком уровне проектирования ТП осуществляется проектирование перехода:
А) на 1-м
Б) на 2-м
В) на 3-м
Г) на 4-м

9. Какое количество уровней проектирования выделяет метод синтеза проектирования технологических процессов (введите краткий ответ - слово в форме именительного падежа): четыре (4).

10. Что является частью ТП, характеризующаяся определенными методами обработки или точностью и шероховатостью поверхностей, достигаемыми на данном этапе (введите краткий ответ - слово в форме именительного падежа): этап.

11. Какую аббревиатуру имеет подсистема (одна из подсистем специального назначения) проектирования оснастки, инструмента, оборудования (введите краткий ответ - слово в форме именительного падежа): СТО.

12. Что вводится в базу данных на втором этапе назначения инструмента при автоматизированном проектировании технологического процесса, для каждого вида инструмента (введите краткий ответ - слово в форме именительного падежа): типоразмер (размер).

13. Установите соответствие между трудоемкостью технологической подготовки производства, по отношению к общей трудоемкости технического проекта, и серийностью производства:

А) 20-25%	1) единичное производство
Б) 50-55%	2) серийное производство
В) 60-70%	3) массовое

14. Установите соответствие между группами исходных данных для выбора приспособлений и данными, входящими в эти группы:

А) конструктивные признаки 1) форма и размер детали

Б) технологические признаки 2) модель оборудования, код операции, схема базирования

В) технико-экономические признаки 3) объем выпуска

15. Установить правильную последовательность действий при проектировании ТП в АСТПП:

А) адресация детали к комплексной детали (КД) и соответствующему УТП

Б) доработка найденного УТП до рабочего технологического процесса

В) оценка технологических процессов, полученных для заданной детали

Г) выбор оптимального рабочего ТП

16. Установить правильную последовательность действий при работе АСТПП:

А) создание технологического процесса

Б) создание технологической операции

В) создание технологического перехода

Г) создание рабочего хода

17. Какой материал из перечисленных еще не доступен для 3D-печати?

А) титан

Б) шоколад

В) ABS-пластик

Г) Древесина

18. Как расшифровывается аббревиатура SLS?

А) выборочное/селективное лазерное плавление

Б) выборочное/селективное лазерное спекание

В) выборочное тепловое спекание

Г) такого метода не существует

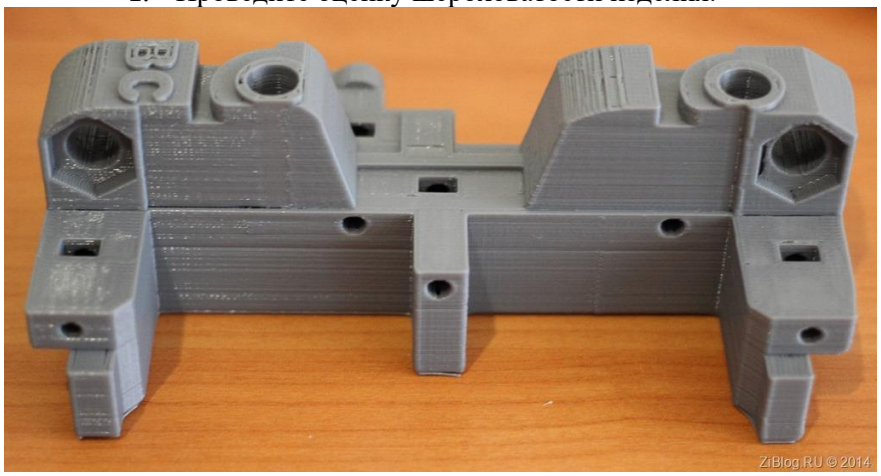
3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Что входит в состав понятия 3D-технологии? Какие направления деятельности объединяются термином 3D-индустрия?
2. Цифровые двойники и реальная виртуальность.
3. Аддитивные технологии и базовые типы 3D-печати.
4. Технологии 3D-печати на основе экструдирования: FDM, DOD, SFF.
5. Типы и характеристики современных FDM-принтеров.
6. Технологии 3D-печати на основе фотополимиризации: SLA, DLP, MJM, PolyJet.
7. Типы и характеристики современных SLA/DLP-принтеров.
8. Технологии 3D-печати на основе гранулирования: SLM, EBM, SHS, SLS, Full Color Printing.
9. Классификация аддитивных технологий на металлической основе.
10. Принципиальная схема установки селективного лазерного сплавления (СЛС - SLM). Основные стадии изменения формы частиц порошка при СЛС.
11. Основные параметры селективного лазерного сплавления: удельная плотность энергии на поверхности материала (УПЭ); шаг сканирования и схема процесса перекрытия.
12. Типы дефектов в структуре синтезируемого материала при СЛС.
13. Технологии активного и пассивного 3D-сканирования физических объектов.
14. Контактные и бесконтактные методы 3D-сканирования физических объектов.
15. Классификация и характеристики современных 3D-сканеров.

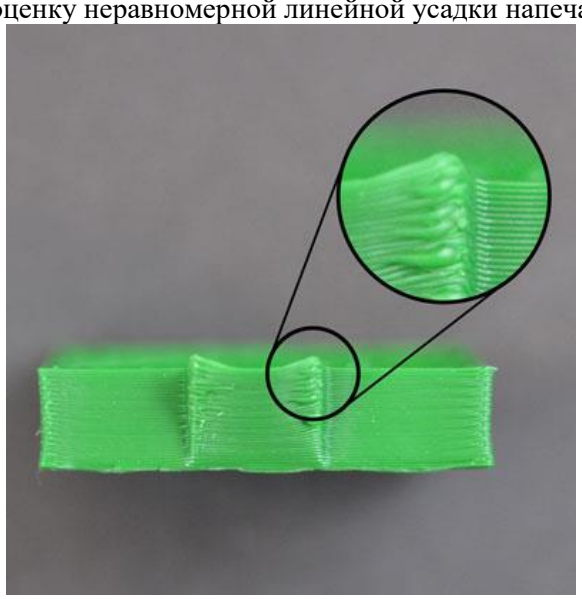
16. Основные понятия трехмерной графики и 3D-моделирования. Обзор возможностей создания трехмерных моделей.
17. Создание моделей при помощи примитивов и редактируемых поверхностей.
18. Построение объектов на основе сплайнов, выдавливание, вращение сплайнов.
19. Типы трёхмерных моделей. Построение составных объектов. Группировка объектов.

3.5 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

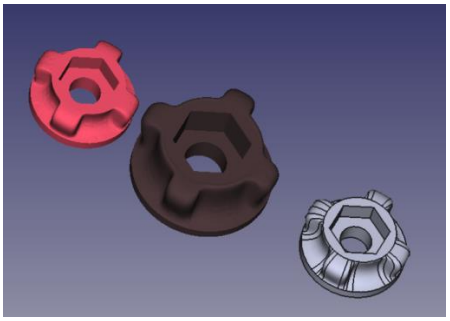
1. Проведите оценку шероховатости изделия:



2. Произведите оценку неравномерной линейной усадки напечатанной детали:

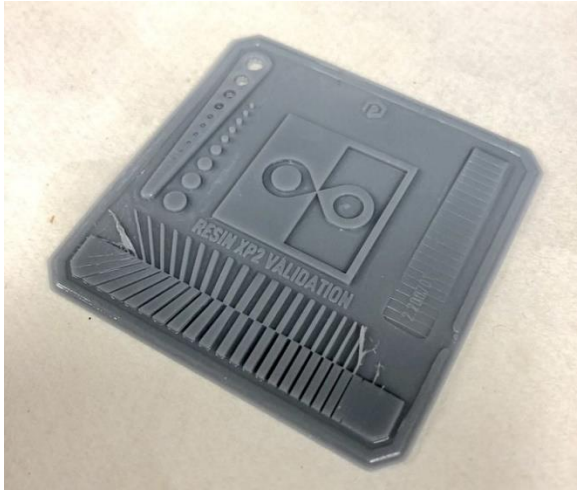


3. Опишите последовательность действий при 3D-печати объекта:



3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету

1. Произведите печать объекта:



4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Терминологический диктант	Терминологический диктант проводится во время практических занятий. Во время проведения терминологического диктанта пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения терминологического диктанта, доводит до обучающихся: тему терминологического диктанта, количество заданий в терминологическом диктанте, время его выполнения
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.